

## **EFEITOS DAS MUDANÇAS GLOBAIS E SUPERAQUECIMENTO SOBRE A COMUNIDADE DE AMEBAS TESTÁCEAS**

Vinicius Marcelo de Souza Castro (PIBIC/CNPq/FA/UEM)<sup>1</sup>, Luiz Felipe Machado Velho (Orientador)<sup>12</sup>. E-mail: felipe@nupelia.uem.br

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Biológicas/Maringá, PR.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

**Área e subárea do conhecimento: Ecologia/ Ecologia de Ambientes Aquáticos**

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Protistas; Mesocosmos.

### **RESUMO**

O uso desenfreado de recursos naturais, associado a diversas atividades antrópicas, gera grandes impactos nos ecossistemas e, com acentuado potencial de redução na diversidade de comunidades, especialmente em ambientes aquáticos. Sabendo-se isso, foi realizado um experimento para avaliar o impacto dos efeitos do aquecimento, detritos e a disponibilidade de nutrientes sobre a estrutura das comunidades de Amebas Testáceas, utilizando 12 tratamentos: i. controle, com temperatura ambiente, ii. aumento de 4°C sobre a temperatura ambiente, iii. oscilação na temperatura entre 2°C a 6°C. Além disso, foram analisados mais dois fatores, com dois níveis cada: concentração de Nutrientes (com e sem adição de Fósforo e Nitrogênio); e detrito (com e sem a adição de detritos foliares). Esses tratamentos foram dispostos aleatoriamente em 60 tanques, em 5 blocos, durante 3 dias. As amebas testáceas foram quantificadas e identificadas e, para testar a significância dos efeitos foram realizadas uma análise de modelos lineares de efeitos mistos (LME), bem como Análises de Variância (ANOVA two-way). Como resultado, apenas o tempo teve ação significativa para a abundância de espécies, diferindo entre o tempo final e inicial do experimento, enquanto que o efeito dos tratamentos não foram observados, possivelmente em função do curto tempo analisado.

### **INTRODUÇÃO**

Sabe-se que o efeito desses múltiplos distúrbios (temperatura + nutriente + detrito) pode alterar a distribuição e estruturação das diferentes comunidades aquáticas, principalmente nos quesitos de riqueza, composição e abundância das espécies de microrganismos. As amebas testáceas pertencem ao grupo de microrganismos capazes de apresentar respostas rápidas frente às alterações no ambiente, na qual estão sujeitas a mudanças nos seus morfotipos, representando adaptação desses organismos às mudanças ambientais (ALVES et al., 2008). Com isso, experimentos com sistemas artificiais são importantes ferramentas para compreender mecanismos ecológicos e projetar cenários do ecossistema em uma microescala, elucidando padrões e processos observados na natureza (DE MELO et al., 2019).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por 3 dias no Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), da UNICAMP, Paulínia, interior de São Paulo. A água foi obtida de lagoas encontradas nos arredores da região, onde ao entorno é composta por fragmentos de vegetação remanescentes do bioma da mata atlântica, áreas de cultivo e de desenvolvimento urbano. Para investigar os efeitos dos diferentes cenários das mudanças globais sobre a comunidade de amebas testáceas, foi desenvolvido um experimento em mesocosmos artificiais em caixas de polietileno de 300L. Utilizou-se quatro níveis de tratamento de aquecimento: i) controle (temperatura ambiente); ii) aquecimento em +4°C (em relação ao controle); iii) oscilações constantes de +2°C a +6°C acima da temperatura controle (representando a variação térmica); iv) superaquecimento (temperaturas com mais de 6°C acima da temperatura controle). Além disso, foi manipulado mais dois fatores, com dois níveis cada: concentração de Nutrientes (com e sem adição de Fósforo e Nitrogênio); e detrito (com e sem a adição de detritos foliares).

### *Análise Laboratorial e de dados*

Foram coletados 2L de água em cada tanque, que foram concentrados em amostras com 100 mL, por filtração, através de rede de plâncton (10 µm). As amostras foram armazenadas em local apropriado, sendo analisadas quali e quantitativamente, na íntegra, utilizando-se câmaras de Sedwick-Rafter em microscópio óptico comum, em uma ampliação de 100 e 400 vezes. Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível, baseando-se em literatura especializada.

Com o objetivo de testar diferenças na abundância e riqueza de espécies da comunidade de protistas testáceos entre cada tempo e entre cada tratamento, utilizou-se uma análise de modelos lineares de efeitos mistos (LME), tratando os blocos em que estavam contidos os tratamentos como efeito aleatório para estruturação da comunidade. Em conjunto, usou-se Análises de Variância bifatoriais (ANOVA two-way) para observar diferenças na comunidade entre os tratamentos em relação ao tempo amostral. Para representar as variáveis, análises estatísticas e gráficos foram feitos com auxílio do software R Studio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 25 espécies de amebas testáceas, sendo a Família Difflogidae a mais representativa (N = 10). Dentre os atributos analisados, na riqueza de espécies nenhuma significância foi notada entre os tempos e os tratamentos, indicando que este atributo, apesar de variável, não respondeu aos diferentes níveis de tratamentos (Figura 1). Por outro lado, a abundância foi significativa, sendo o tempo o mais relevante para estruturação da comunidade ( $p=0.028$ ) (Figura 2; Tabela 1).

**Tabela 1- Análise de variância Bi-Fatorial (Two-way ANOVA) para abundância de espécies entre os tratamentos. Os valores de p indicam significância a**

$p < 0.05$ , df = graus de liberdade, Sum Sq = soma dos quadrados, Mean Sq = quadrado médio.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamento	14	9329	666	0.630	0.833
Tempo	1	5246	5246	4.962	<b>0.028</b>
Tratamento ~ Tempo	14	8958	640	0.605	0.855
Residuals	92	97263	1057		

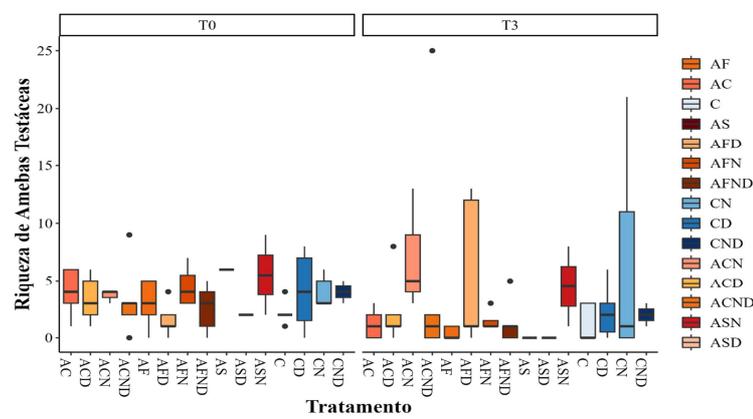


Figura 1 – Gráfico de riqueza de espécies de Amebas Testáceas por tratamento realizado, no início (T0) e fim (T3) do experimento.

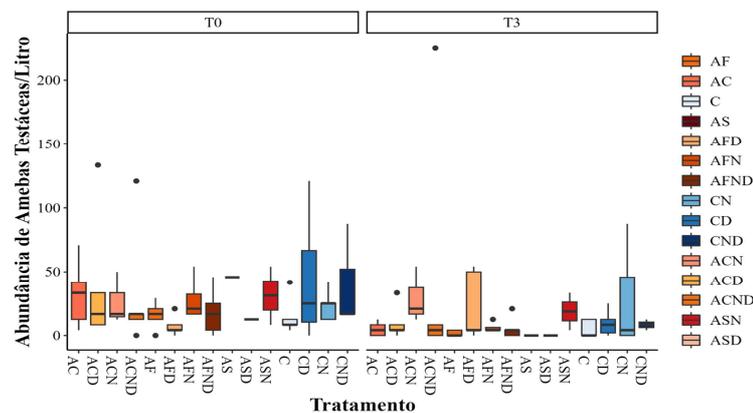


Figura 2 – Gráfico de abundância de espécies de Amebas Testáceas por tratamento realizado, no início (T0) e fim (T3) do experimento.

Apesar desse tempo (3 dias) ter sido suficiente para observarmos redução da abundância do grupo, parece não ter sido suficiente para respostas diretas da comunidade aos estressores. A literatura tem também evidenciado que, respostas diretas têm sido mais evidentes em organismos de maior tamanho, especialmente os predadores de topo, causando uma reorganização substancial das cadeias alimentares, de maneira indireta (CARON; HUTCHINS, 2012). A diminuição na

diversidade biológica representa uma ameaça iminente para a sobrevivência de várias espécies no ambiente, à medida que as complexas interações entre os diferentes elementos de uma teia trófica se alteram consideravelmente (MERZ et al., 2023). Da mesma forma, a entrada de nutrientes no ambiente aquático e a redução na disponibilidade de detritos foliares podem também afetar a comunidade de amebas testáceas e suas presas, pois nutrientes induzem florações dos organismos fitoplanctônicos, e detritos são reservatórios de recursos para as comunidades aquáticas e, dessa forma também para amebas testáceas (LIN et al., 2021).

## CONCLUSÕES

Ao contrário do predito, a comunidade de protistas testáceos não respondeu significativamente aos efeitos dos múltiplos estressores analisados (concentração de nutrientes, detritos e temperatura), sendo o tempo o único fator significativo para explicar as alterações observadas para as Amebas testáceas. Sugere-se que um experimento com maior tempo de execução possa evidenciar respostas da referida comunidade, considerando que, em geral, organismos de maior tamanho sejam os diretamente afetados, especialmente à temperatura, enquanto que microrganismos são frequentemente afetados por efeitos indiretos do aquecimento, via cascata trófica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, a meu Orientador, ao Laboratório de Protozooplâncton e à Fundação Araucária pela oportunidade e pelo apoio financeiro da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. et al. Fluctuations of Testate Amoebae Populations (Rhizopoda) in Plankton from Different Environments on the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. **International Review of Hydrobiology**, v. 93, n. 2, p. 227–242, 1 maio 2008.

CARON, D.; HUTCHINS, D. The effects of changing climate on microzooplankton grazing and community structure: Drivers, predictions and knowledge gaps. **Journal of Plankton Research**, v. 35, p. 235–252, 6 mar. 2012.

DE MELO, T. et al. Effects of nutrient enrichment on primary and secondary productivity in a subtropical floodplain system: an experimental approach. **Hydrobiologia**, v. 827, n. 3, p. 171–181, 1 jan. 2019.

LIN, S. S. et al. Assessment and management of lake eutrophication: A case study in Lake Erhai, China. **The Science of the Total Environment**, v. 751, p. 141618, 2021.

MERZ, E. et al. Disruption of ecological networks in lakes by climate change and nutrient fluctuations. **Nature Climate Change**, v. 13, n. 4, p. 389–396, abr. 2023.